

CATALYST DETERIORATION DETECTING DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Patent Number: JP5248227
Publication date: 1993-09-24
Inventor(s): SEKI YASUNARI; others: 04
Applicant(s): HONDA MOTOR CO LTD
Requested Patent: ■ JP5248227
Application Number: JP19920086284 19920310
Priority Number(s):
IPC Classification: F01N3/20; F01N3/24; F02B77/08; F02D35/00; F02D45/00; G01M15/00
EC Classification:
Equivalents: JP2754433B2

Abstract

PURPOSE:To judge deterioration of a catalyst certainly even if O₂ storage performance of the catalyst is changed according to a temperature.

CONSTITUTION:In a CPU 15, a deterioration judging value corresponding to a catalyst temperature detected by a catalyst temperature sensor 13, is outputted, after being retrieved from, for example, a judging value table. In the CPU 15, deterioration of the catalyst is detected on the basis of output of O₂ sensors (FS), (RS) and a retrieved judging value. It is thus possible to correct the judging value according to temperature characteristic of the catalyst.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-248227

(43)公開日 平成5年(1993)9月24日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 1 N 3/20	C			
3/24	R			
F 0 2 B 77/08	M	8614-3G		
F 0 2 D 35/00	3 6 8 B	9038-3G		
45/00	3 1 4 R	7536-3G		

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願平4-86284	(71)出願人	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22)出願日	平成4年(1992)3月10日	(72)発明者	関 康成 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社 本田技術研究所内
		(72)発明者	宇土 肇 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会 社本田技術研究所内
		(72)発明者	青木 琢也 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会 社本田技術研究所内
		(74)代理人	弁理士 渡部 敏彦

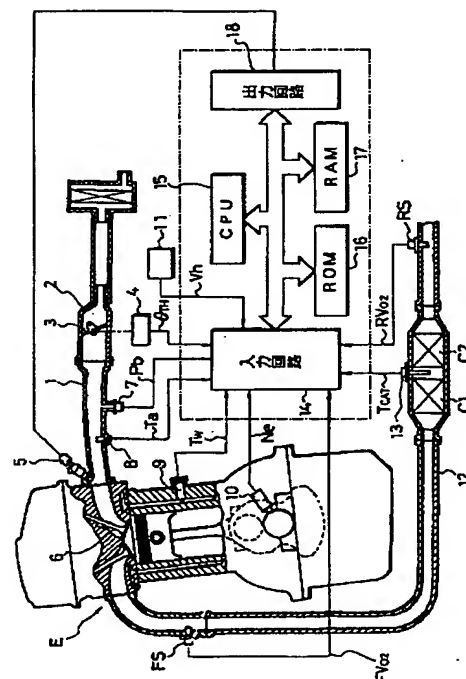
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃エンジンの触媒劣化検出装置

(57)【要約】 (修正有)

【目的】触媒の O_2 ストレージ能力が温度によって変化する場合であっても、正確に触媒の劣化判定が行える内燃エンジンの触媒劣化検出装置を提供することを目的とする。

【構成】CPU 15は、触媒温度センサ13により検出された触媒温度に対応する劣化判定値を例えば判別値テーブルから検索して出力する。さらにCPUは、 O_2 センサFS、RSの出力と検索された判定値とに基づき触媒の劣化を検出する。これにより、触媒の温度特性に対応して判定値を補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃エンジンの排気系に取り付けられ排気中の有害成分を浄化する触媒手段と、該触媒手段の下流に取り付けられ排気中の酸素濃度を検出する酸素濃度検出手段とを備え、該酸素濃度検出手段の出力と所定の判別値とに基づき前記触媒手段の劣化を検出する内燃エンジンの触媒劣化検出装置において、

前記触媒手段の温度を検出する触媒温度検出手段と、該触媒温度検出手段により検出された触媒手段の温度に対応して前記判別値を決定する判別値決定手段とを有することを特徴とする内燃エンジンの触媒劣化検出装置。

【請求項2】 内燃エンジンの排気系に取り付けられ排気中の有害成分を浄化する触媒手段と、該触媒手段の上流側に取り付けられ排気中の酸素濃度を検出する上流側酸素濃度検出手段と、該触媒手段の下流側に取り付けられ排気中の酸素濃度を検出する下流側酸素濃度検出手段とを備え、前記上流側及び下流側酸素濃度検出手段の出力と所定の判別値とに基づき前記触媒手段の劣化を検出する内燃エンジンの触媒劣化検出装置において、前記触媒手段の温度を検出する触媒温度検出手段と、該触媒温度検出手段により検出された触媒手段の温度に対応して前記判別値を決定する判別値決定手段とを有することを特徴とする内燃エンジンの触媒劣化検出装置。

【請求項3】 前記触媒温度検出手段は、前記触媒手段の一部に取り付けられ該触媒手段の中心部の温度を検出することを特徴とする請求項1または2記載の内燃エンジンの触媒劣化検出装置。

【請求項4】 内燃エンジンの排気系に取り付けられ排気中の有害成分を浄化する触媒手段と、該触媒手段の下流に取り付けられ排気中の酸素濃度を検出する酸素濃度検出手段とを備え、該酸素濃度検出手段の出力と所定の判別値とに基づき前記触媒手段の劣化を検出する内燃エンジンの触媒劣化検出装置において、前記エンジンの運転状態を検出する運転状態検出手段と、

前記運転状態検出手段により検出されたエンジンの運転状態に応じて前記触媒手段の温度を推定する触媒温度推定手段と、

該触媒温度推定手段により推定された触媒手段の温度に応じて前記判別値を決定する判別値決定手段とを有することを特徴とする内燃エンジンの触媒劣化検出装置。

【請求項5】 内燃エンジンの排気系に取り付けられ排気中の有害成分を浄化する触媒手段と、該触媒手段の上流側に取り付けられ排気中の酸素濃度を検出する上流側酸素濃度検出手段と、該触媒手段の下流側に取り付けられ排気中の酸素濃度を検出する下流側酸素濃度検出手段とを備え、前記上流側及び下流側酸素濃度検出手段の出力と所定の判別値とに基づき前記触媒手段の劣化を検出する内燃エンジンの触媒劣化検出装置において、前記エンジンの運転状態を検出する運転状態検出手段

と、

前記運転状態検出手段により検出されたエンジンの運転状態に応じて前記触媒手段の温度を推定する触媒温度推定手段と、

該触媒温度推定手段により推定された触媒手段の温度に応じて前記判別値を決定する判別値決定手段とを有することを特徴とする内燃エンジンの触媒劣化検出装置。

【請求項6】 前記運転状態検出手段は、エンジンの回転数及びエンジンの負荷、あるいはエンジンに吸入される吸入空気量をエンジンの運転状態として検出し、前記触媒温度推定手段は、これらエンジンの回転数及びエンジンの負荷、あるいはエンジンに吸入される吸入空気量に基づき前記触媒手段の温度を推定することを特徴とする請求項4または5記載の内燃エンジンの触媒劣化検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、排気ガスを浄化すべく内燃エンジンの排気系に設けられた内燃エンジンの触媒劣化検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】内燃エンジンの排気ガスを浄化する触媒の劣化を判定する手段として、触媒の上流および下流にO₂センサを設け、上流側O₂センサの出力と下流側O₂センサの出力に応じて吸気系への供給空燃比を調整した状態で、吸気系供給空燃比の反転から下流側O₂センサの出力の反転までの時間を計測することは公知である

(例えば、特開平2-30915号公報、特開平2-33408号公報、特開平2-207159号公報参照)。また触媒の劣化を判定する手段として、上流側O₂センサと下流側O₂センサの出力を比較する手法、例えば出力比法(特開昭63-231252号公報参照)、応答比法(特開平3-57862号公報参照)、位相差時間計測法(特開平2-310453号公報参照)等が提案されている。

【0003】また本出願人により、燃料補正係数を一定周波数でスイッチングし、その際に生ずる上流側O₂センサの出力と下流側O₂センサの出力から演算した面積差に基づいて触媒の劣化を判定する手法(面積差法)が、特願平2-117890号により既に提案されている。これらの手法はいずれも触媒の有するO₂ストレージ能力に着目し、このO₂ストレージ能力を定量化することにより、触媒の劣化判定を行っている。

【0004】また、本願出願人は、上流側O₂センサの出力を使用せずに下流側O₂センサの出力のみを使用して劣化判定を行い、これによって上流側O₂センサの単体特性や劣化による制御空燃比の理論空燃比からのずれの影響を受けることがなく、安定した下流側O₂センサの出力に基づいて正確な触媒の劣化判定を行う手法(特願平3-271204号)を提案している。即ち、この

手法は、下流側 O_2 センサの出力に応じてエンジンの空燃比を調整する際、燃料補正係数(K_{O2})を理論空燃比に対してリッチ側からリーン側に変化させるスキップ量が発生された時から、下流側 O_2 センサの出力が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転するまでの時間

(TL)が所定時間よりも短い時に触媒が劣化したと判定するものである。さらに、この提案では誤判定防止のために、触媒の温度を検知する触媒温度センサを用い、触媒温度が所定の範囲(劣化モニタ温度範囲)を逸脱した時には触媒の劣化検知を禁止する手段を設けている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記 O_2 ストレージ能力は触媒(CAT)の温度によって変化する場合があり、このような場合には下流側 O_2 センサの出力のリッチからリーンに反転するまでの時間(TL)が前記触媒の温度により変化する。前記特願平3-271204号の劣化判定装置はこの点を考慮しておらず、劣化判定精度向上の観点から問題解決の余地が残されていた。

【0006】この点を図23により具体的に説明する。図23は、触媒温度に対する触媒 O_2 ストレージ能力(OSC)の変化を示す図である。

【0007】図23に示すように、新品の触媒では300°C近辺の温度で O_2 ストレージ能力が飽和状態となり、その飽和後の劣化モニタ温度範囲においては O_2 ストレージ能力が触媒の温度によって変化せず安定している。ところが、触媒の熱劣化が進んでいって新品から良品、さらには劣化品となると、 O_2 ストレージ能力が低下し、図中のA~Bの範囲(300~550°C)で該 O_2 ストレージ能力が触媒の温度によって変化するようになる。

【0008】このような状況において、新品の触媒に合わせて、前記劣化モニタ温度範囲の下限値が図中Aの300°Cに設定された場合に、触媒温度が図中のA~Bの範囲の時に劣化判定が行われると、新品の触媒に対しては誤判定防止が可能となるが、 O_2 ストレージ能力が新品よりも低下した良品の触媒では誤判定となる恐れがある。また、良品に合わせて前記劣化モニタ温度範囲の下限値が図中Bの550°Cに設定された場合は、より高い温度で劣化品を劣化であると判定できないか、あるいは触媒の温度が前記劣化モニタ温度範囲に達することがなく劣化判定を行わないという恐れがあった。

【0009】このように、誤判定防止のために、触媒温度が前記劣化モニタ温度範囲を逸脱した時に触媒の劣化検知を禁止するという条件のみでは、新品の触媒については誤判定を防止できるが、劣化している触媒の誤判定防止条件としては不十分であった。

【0010】本発明は上記従来の問題点に鑑み、触媒の O_2 ストレージ能力が温度によって変化する場合であっても、正確に触媒の劣化判定が行える内燃エンジンの触

媒劣化検出装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】第1の発明は上記目的を達成するために、内燃エンジンの排気系に取り付けられ排気中の有害成分を浄化する触媒手段と、該触媒手段の下流に取り付けられ排気中の酸素濃度を検出する酸素濃度検出手段とを備え、該酸素濃度検出手段の出力と所定の判別値とに基づき前記触媒手段の劣化を検出する内燃エンジンの触媒劣化検出装置において、前記触媒手段の温度を検出する触媒温度検出手段と、該触媒温度検出手段により検出された触媒手段の温度に対応して前記判別値を決定する判別値決定手段とを有することを特徴とする。

【0012】第2の発明は、内燃エンジンの排気系に取り付けられ排気中の有害成分を浄化する触媒手段と、該触媒手段の上流側に取り付けられ排気中の酸素濃度を検出する上流側酸素濃度検出手段と、該触媒手段の下流側に取り付けられ排気中の酸素濃度を検出する下流側酸素濃度検出手段とを備え、前記上流側及び下流側酸素濃度検出手段の出力と所定の判別値とに基づき前記触媒手段の劣化を検出する内燃エンジンの触媒劣化検出装置において、前記触媒手段の温度を検出する触媒温度検出手段と、該触媒温度検出手段により検出された触媒手段の温度に対応して前記判別値を決定する判別値決定手段とを有することを特徴とする。

【0013】第3の発明は、第1及び第2の発明において、前記触媒温度検出手段は、前記触媒手段の一部に取り付けられ該触媒手段の中心部の温度を検出することを特徴とする。

【0014】第4の発明は、内燃エンジンの排気系に取り付けられ排気中の有害成分を浄化する触媒手段と、該触媒手段の下流に取り付けられ排気中の酸素濃度を検出する酸素濃度検出手段とを備え、該酸素濃度検出手段の出力と所定の判別値とに基づき前記触媒手段の劣化を検出する内燃エンジンの触媒劣化検出装置において、前記エンジンの運転状態を検出する運転状態検出手段と、前記運転状態検出手段により検出されたエンジンの運転状態に応じて前記触媒手段の温度を推定する触媒温度推定手段と、該触媒温度推定手段により推定された触媒手段の温度に応じて前記判別値を決定する判別値決定手段とを有することを特徴とする。

【0015】第5の発明は、内燃エンジンの排気系に取り付けられ排気中の有害成分を浄化する触媒手段と、該触媒手段の上流側に取り付けられ排気中の酸素濃度を検出する上流側酸素濃度検出手段と、該触媒手段の下流側に取り付けられ排気中の酸素濃度を検出する下流側酸素濃度検出手段とを備え、前記上流側及び下流側酸素濃度検出手段の出力と所定の判別値とに基づき前記触媒手段の劣化を検出する内燃エンジンの触媒劣化検出装置において、前記エンジンの運転状態を検出する運転状態検出

手段と、前記運転状態検出手段により検出されたエンジンの運転状態に応じて前記触媒手段の温度を推定する触媒温度推定手段と、該触媒温度推定手段により推定された触媒手段の温度に応じて前記判別値を決定する判別値決定手段とを有することを特徴とする。

【0016】第6の発明は、第4または第5の発明において、前記運転状態検出手段は、エンジンの回転数及びエンジンの負荷、あるいはエンジンに吸入される吸入空気量をエンジンの運転状態として検出し、前記触媒温度推定手段は、これらエンジンの回転数及びエンジンの負荷、あるいはエンジンに吸入される吸入空気量に基づき前記触媒手段の温度を推定することを特徴とする。

【0017】

【作用】第1及び第2の発明によれば、判別値決定手段は、触媒温度検出手段により検出された触媒の温度に対応する判定値を例えば判別値テーブルから検索して決定する。そして、酸素濃度検出手段の出力と検索された判定値とに基づき触媒手段の劣化を検出する。これにより触媒手段の温度特性に対応して判定値が補正できる。

【0018】第3の発明によれば、触媒温度検出手段が触媒手段の中心部の温度を検出するので、安定したガス流の中に触媒温度センサを置くことができる。

【0019】第4及び第5の発明によれば、触媒温度推定手段は、運転状態検出手段により検出された内燃エンジンの運転状態に応じて触媒温度を演算等により推定する。判別値決定手段は、推定された触媒温度に対応する判定値を例えば判別値テーブルから検索して決定する。検索された判定値と酸素濃度検出手段の出力に基づき触媒手段の劣化を判定する。これにより、触媒温度センサ等の触媒温度検出手段を使用せずに、触媒の温度特性に対応した判定値の補正が行われる。

【0020】第6の発明によれば、触媒温度推定手段は、運転状態検出手段により検出された少なくとも内燃機関の回転数、内燃機関の負荷、及び内燃機関に供給される空燃比により例えば演算によって触媒温度を推定するので、高精度の温度推定が可能となる。

【0021】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【0022】図1は本発明の第1の実施例に係る内燃エンジンの触媒劣化検出装置が適用される燃料供給制御装置の全体の構成図であり、内燃エンジンEの吸気管1の途中にはスロットルボディ2が設けられ、その内部にはスロットル弁3が配されている。スロットル弁3にはスロットル弁開度(θ_{TH})センサ4が連結されており、当該スロットル弁3の開度 θ_{TH} に応じた電気信号を電子制御ユニット(以下「ECU」という)Uに供給する。

【0023】燃料噴射弁5はエンジンEとスロットル弁3との間、且つ吸気弁6の少し上流側に各気筒毎に設けられており、各燃料噴射弁5は図示しない燃料ポンプに

接続されるとともに、ECUに電気的に接続されて該ECUからの信号により燃料噴射の開弁時間が制御される。

【0024】一方、スロットル弁3の直ぐ下流には吸気管内絶対圧力(Pb)センサ7が設けられており、この絶対圧力センサ7により検出された絶対圧力Pbは電気信号に変換されてECUに供給される。また、その下流には吸気温(Ta)センサ8が取付けられており、この吸気温センサ8により検出された吸気温Taは電気信号に変換されてECUに供給される。

【0025】エンジンEの本体に装着された冷却水温(Tw)センサ9はサーミスタ等から成り、冷却水Twを検出して対応する電気信号をECUに供給する。エンジン回転数(Ne)センサ10はエンジンEの図示しないカム軸周囲又はクランク軸周囲に取付けられており、該クランク軸の所定のクランク角度位置でパルス(以下「TDC信号パルス」という)を出力し、ECUに供給する。ECUには車速を検出する車速(Vh)センサ11が接続されており、車速Vhを示す電気信号が供給される。

【0026】排気管12における触媒Cの上流位置には、排気成分濃度検出器としての上流側O₂センサFSが装着されているとともに、触媒Cの下流位置には下流側O₂センサRSが装着され、それぞれ排気ガス中の酸素濃度を検出してその検出値に応じた電気信号(FV_{O2}, RV_{O2})がECUに供給される。また触媒Cにはその温度を検出する触媒温度(TCAT)センサ13が装着され、検出された触媒温度TCATに対応する電気信号はECUに供給される。

【0027】ここで、触媒Cは、図2(a)、(b)に示すように、独立した2ベットC1、C2が所定の間隔(例えば25mm)を隔てて直列的に配置されたもので、そのベットC1、C2間に前記触媒温度センサ13が装着され、その検温部であるサーミスタ13aが触媒Cの径方向のほぼ中央部に位置している。

【0028】ECUは各種センサからの入力信号波形を形成し、電圧レベルを所定レベルに修正し、アナログ信号値をデジタル信号値に変換する等の機能を有する入力回路14、中央演算処理回路(以下「CPU」という)15、CPU15での演算に使用される各種演算プログラムや各種基準値が記憶されるROM16、検出された前記各種エンジンパラメータ信号や演算結果が一時的に記憶されるRAM17、および前記燃料噴射弁5に駆動信号を供給する出力回路18等から構成される。

【0029】CPU15は上述の各種エンジンパラメータ信号に基づいて、後述するようにフィードバック制御領域やフィードバック制御を行わない複数の特定運転領域(以下「オープンループ制御領域」という)の種々のエンジン運転状態を判別するとともに、該判別されたエンジン運転状態に応じ、次式(1)に基づき、前記TD

C信号パルスに同期する燃料噴射弁5の燃料噴射時間TOUTを演算する。

【0030】

$$TOUT = T_i \times K_{O2} \times KLS \times K_1 + K_2 \quad \dots (1)$$

ここに、 T_i は燃料噴射弁5の基本燃料噴射時間であり、エンジン回転数 N_e 及び吸気管内絶対圧 P_b に応じて決定される。

【0031】 K_{O2} は O_2 フィードバック補正係数（以下、単に「補正係数」という）であり、フィードバック制御時、排気ガス中の酸素濃度に応じて求められ、更にオープンループ制御領域では各運転領域に応じて設定される。

【0032】 KLS はエンジンEがオープンループ制御領域のうち、リーン化領域又はフューエルカット領域、すなわち所定の減速運転領域にあるとき値1.0未満の所定値（例えば0.95）に設定されるリーン化係数である。

【0033】 K_1 及び K_2 は夫々各種エンジンパラメータ信号に応じて演算される補正係数および補正変数であり、エンジン運転状態に応じた燃費特性、エンジン加速特性等の諸特性の最適化が図れるような所定値に決定される。

【0034】CPU15は上述のようにして求めた燃料噴射時間TOUTに基づいて燃料噴射弁5を開弁させる駆動信号を出力回路18を介して燃料噴射弁5に供給する。

【0035】図3および図4はエンジンEがフィードバック制御領域および複数のオープンループ制御領域のいずれかの運転状態にあるかを判別するとともに、判別された運転状態に応じて補正係数 K_{O2} を設定するプログラムのフローチャートを示す。本プログラムは、TDC信号パルスの発生時に、これと同期して実行される。

【0036】まず、ステップ101においてフラグ n_{O2} が値1に等しいか否かを判別する。該フラグ n_{O2} は上流側 O_2 センサFSおよび下流側 O_2 センサRSが活性化状態にあるか否かを判別するためのもので、前記ステップ101の答が（Yes）である場合、すなわち両 O_2 センサFS、RSが活性化状態にあると判別されたときには、ステップ102で冷却水温 T_w が所定水温 T_{W02} より高いか否かを判別する。この答が（Yes）、すなわち $T_w > T_{W02}$ が成立し、エンジンEが暖機を完了しているときには、ステップ103でフラグFLGWOTが値1に等しいか否かを判別する。このフラグFLGWOTは、図示しないプログラムにより、エンジンEが供給燃料量を増量すべき高負荷領域にあると判別されたときに値1にセットされるものである。

【0037】前記ステップ103の答が（No）、すなわちエンジンEが前記高負荷領域にないときには、ステップ104でエンジン回転数 N_e が高回転側の所定回転数NHOPより大きいかなかを判別し、この答が（No）

のときには更に、ステップ105でエンジン回転数 N_e が低回転側の所定回転数NL0Pより大きいかなかを判別する。この答が（Yes）、すなわち $NL0P < N_e \leq NHOP$ が成立するときには、ステップ106でリーン化係数 KLS が値1.0未満であるかなかを、すなわちエンジンEが所定の減速運転領域にあるかなかを判別する。このステップ106の答が（No）のときには、ステップ107でエンジンEがフューエルカットの実行中であるかなかの判別をする。この答が（No）のときには、エンジンEがフィードバック制御領域にあると判別し、更にステップ108でエンジン運転状態が触媒Cのモニタを許可する状態にあるかなかを判別する。この答が（Yes）、すなわちモニタが許可されれば、ステップ109で下流側 O_2 センサRSの出力電圧RV02に基づいて前記補正係数 K_{O2} を制御するとともに、触媒Cの劣化をモニタし、本プログラムを終了する。

【0038】一方、前記ステップ108の答が（No）、すなわち触媒Cのモニタが許可されないときには、ステップ110で前回モニタ中であるかなかを判別する。その答が（No）、すなわち継続してモニタが行われていないときには、ステップ111で上流側 O_2 センサFSとリーン化側 O_2 センサRSの出力FV02、RV02に基づいて前記補正係数 K_{O2} を制御するとともに、補正係数 K_{O2} の平均値KREFを算出して本プログラムを終了する。

【0039】前記ステップ105の答が（No）、すなわち $N_e \leq NL0P$ が成立しエンジンEが低回転領域にあるとき、前記ステップ106の答が（Yes）、すなわちエンジンEが所定の減速運転領域にあるとき、または前記ステップ107の答が（Yes）、すなわちエンジンEがフューエルカットの実行中であるときにはステップ112に進む。このステップ112では、当該ループを所定時間tD継続したかなかを判別し、この答が

（No）のときには、ステップ113で補正係数 K_{O2} を当該ループへ移行する直前の値にホールドする一方、答が（Yes）のときには、ステップ114で補正係数 K_{O2} を値1.0に設定してオープンループ制御を行い、本プログラムを終了する。すなわち、前記ステップ105～107のいずれかの条件によってエンジンEがフィードバック制御領域からオープンループ制御領域へ移行した場合、補正係数 K_{O2} は、該移行後所定時間tDが経過するまでは該移行直前のフィードバック制御時に算出された値にホールドされる一方、所定時間tDが経過した後は値は1.0に設定される。

【0040】前記ステップ102の答が（No）、すなわちエンジンEが暖機を完了していないとき、前記ステップ103の答が（Yes）、すなわちエンジンEが高負荷領域にあるとき、または前記ステップ104の答が（Yes）、すなわちエンジンEが高回転領域にあるときには、前記ステップ114に進み、オープンループ

制御を実行して本プログラムを終了する。

【0041】前記ステップ101の答が(No)、すなわち両 O_2 センサFS、RSが不活性状態にあると判別されたとき、および前記ステップ110の答が(Yes)、すなわち今回初めてモニタが不許可になったときには、ステップ115に進み、エンジンEがアイドル領域にあるか否かを判別する。この判別は、例えばエンジン回転数Neが所定回転数以下で且つスロットル弁開度 θ_{TH} が所定開度以下であるか否かを判別することにより行われる。このステップ115の答が(Yes)、すなわちエンジンEがアイドル領域にあるときには、ステップ116で補正係数 K_{O2} をアイドル領域用の平均値 K_{REF0} に設定し、オープンループ制御を実行して本プログラムを終了する。

【0042】前記ステップ115の答が(No)、すなわちエンジンEがアイドル領域以外の運転領域(以下「オフアイドル領域」という)にあるときには、ステップ117に進み、補正係数 K_{O2} をオフアイドル領域用の平均値 K_{REF1} に設定する。

【0043】次に、触媒の劣化について説明する。

【0044】前述のように、図3のフローチャートにおいて、ステップ108で触媒Cのモニタ許可がなされないときには、上流側 O_2 センサFSの出力電圧 FV_{O2} と下流側 O_2 センサRSの出力電圧 RV_{O2} とに基づき、フィードバック制御が行われる。一方、前記ステップ108で触媒Cのモニタが許可されると、ステップ109で触媒Cのモニタモードが実行される。以下、その内容を図5～図9のフローチャートを参照して詳述する。

【0045】この触媒Cの劣化モニタを行う場合のフィードバック制御は下流側 O_2 センサRSの出力電圧 RV_{O2} のみに基づいて行われる。そして補正係数 K_{O2} を理論空燃比に対してリッチ側からリーン側にスキップさせるためのスペシャルP項PLSPが発生してから、 O_2 濃度のリッチ→リーンの反転が確認されるまでの時間TLが検出されるとともに、補正係数 K_{O2} を理論空燃比に対してリーン側からリッチ側にスキップさせるためのスペシャルP項PRSPが発生してから、 O_2 濃度のリーン→リッチの反転が確認されるまでの時間TRが検出され、これら時間TL、TRに基づいて触媒Cの劣化が判定される。

【0046】図5のフローチャートに基づいて触媒劣化モニタの概略構成を説明する。

【0047】図5において、最初にステップ201で触媒の劣化検出のために前提条件が成立しているか否かが判別され、その答が(No)の場合には、ステップ202において、NTL(TL計測回数、すなわち前記時間TLが計測された合計回数)、nTR(TR計測回数、すなわち前記時間TRが計測された合計回数)、TLSUM

(TL合計値、すなわち複数回計測されたTLの合計時間)、TRSUM(TR合計値、すなわち複数回計測されたTRの合計時間)がゼロにセットされる。続いてステ

ップ203で前述の通常のフィードバック制御が行われる。なお、触媒Cの劣化モニタ実行中に前提条件を外れた場合には、フィードバック制御の初期値としてKREFが用いられる。

【0048】前記ステップ201の答が(Yes)のとき、すなわち触媒Cの劣化モニタの前提条件が成立しているときには、ステップ204で前記TR計測回数nTRが所定値以上であるかが判別される。ステップ204の答が(Yes)の場合には、触媒Cの劣化判定のためのデータが準備されたとして、ステップ205の劣化判定処理Bが実行され、ステップ206でモニタを終了して通常のフィードバック制御に復帰する。この場合にも、フィードバック制御の初期値としてKREFが用いられる。

【0049】前記ステップ204の答が(No)の場合には、触媒Cの劣化判定のためのデータが準備されていないとして、以下のステップ207～213が実行される。すなわち、先ずステップ207でモニタが許可されてから最初のスペシャルP項PLSP、PRSPが発生したかが判別される。モニタが未だスタートしていない場合には答が(No)となり、ステップ208でモニタスタート処理が実行される。一方、前記ステップ207の答が(Yes)であって既に最初のスペシャルP項PLSP、PRSPが発生していれば、ステップ209で下流側 O_2 センサRSの出力電圧 RV_{O2} が反転したかが判別される。ステップ209の答が(Yes)であれば、ステップ210で RV_{O2} 反転時の処理、すなわちTL計測回数nTLあるいはTR計測回数nTRのインクリメント、リーンディレイタイムtLD(RV_{O2} が反転してからスペシャルP項PRSPが発生させるまでの時間を計測)あるいはリッチディレイタイムtRD(RV_{O2} が反転してからスペシャルP項PLSPが発生させるまでの時間を計測)のスタート、およびスペシャルP項PLSP、PRSPの発生が実行される。

【0050】一方、前記ステップ209の答が(No)の場合には、ステップ214で劣化判定処理Aが開始され、続くステップ215で触媒Cの正常を確認し、その答が(Yes)、即ち触媒Cの正常が確認されると、前記ステップ206に移行してモニタを終了する。一方、前記ステップ215の答が(No)で正常が確認できないければ、ステップ211に移行する。

【0051】ステップ211ではモニタが許可されてから一度でも下流側 O_2 センサRSの出力電圧 RV_{O2} が反転したか否かが判別される。前記ステップ211の答が(No)の場合、すなわちモニタが許可されてから最初の反転が行われる前であれば、ステップ212でスタート後の反転待ち処理が行われる一方、ステップ211の答が(Yes)の場合、すなわちスタート後に1回以上の反転を経た後であれば、ステップ213で RV_{O2} 反転待ち処理が実行される。これらステップ212、213では、いずれも補正係数 K_{O2} に対してスペシャルI項I

RSPの加算あるいはスペシャルI項I RSPの減算が行われる。しかしながら、ステップ213で前記時間TL、TRの計測が行われるのに対し、ステップ212ではその計測が行われない。これは、スタート後の反転待ちの継続時間が、モニタが許可されるタイミングにより左右されるため、前記時間TL、TRを計測しても無意味であるためである。

【0052】図6は前記図5のフローチャートのステップ201のモニタ前条件を示すもので、先ずステップ301でモニタ開始のためのエンジンEの運転状態が確認される。すなわち、吸気温度センサ8の出力Taが60℃～100℃の範囲にあるか、冷却水温センサ9の出力Twが60℃～100℃の範囲にあるか、エンジン回転数センサ10の出力Neが2800rpm～3200rpmの範囲にあるか、吸気管内絶対圧力センサ7の出力Pbが-350mmHg～-250mmHgの範囲にあるか、車速センサ11の出力Vhが32km/h～80km/hの範囲にあるか、触媒温度センサ13の出力TCTが350℃～800℃の範囲にあるかがチェックされる。続いてステップ302で車速が一定状態にあるか、すなわち車速センサ11の出力Vhの変動が0.8km/sec以下の状態が所定時間（例えば2秒）継続したかが判別される。次にステップ303でモニタが許可される前の所定時間（例えば10秒）間フィードバック制御が行なわれていたかが判別される。更にステップ304で所定時間（例えば2秒）経過したかが判別される。

【0053】而して、上記ステップ301～304の答が全て（Yes）の場合に、ステップ305でモニタが許可されて図5のフローチャートのステップ204に移行し、いずれかの答が（No）の場合に、ステップ306でモニタが不許可とされて図5のフローチャートのステップ202に移行する。

【0054】次に、前記図5のフローチャートのステップ208のモニタスタート処理を説明する。下流側O₂センサRSの検出したO₂濃度がリーン状態である場合には、補正係数K_{O2}の直前値にスペシャルP項PRSPを加算する比例制御が行われ、これにより空燃比をリッチ側にステップ状に増加させる。下流側O₂センサRSの検出したO₂濃度がリッチ状態である場合には、補正係数K_{O2}の直前値からスペシャルP項PLSPを減算する比例制御が行われ、これにより空燃比をリーン側にステップ状に減少させる。

【0055】前記図5のフローチャートのステップ212のスタート後の反転待ち処理は、次のようにして行う。この処理は前述のモニタスタート処理の後に引き続いて実行されるものである。下流側O₂センサRSの検出したO₂濃度がリーン状態であるときには、補正係数K_{O2}の直前値にスペシャルI項I RSPを加算する積分制御が行われ、これにより空燃比をリッチ側に段階的に増加させる。一方、下流側O₂センサRSの検出したO₂濃

度がリッチ状態であるときには、補正係数K_{O2}の直前値からスペシャルI項I LSPを減算する積分制御が行われ、これにより空燃比をリーン側に段階的に減少させる。

【0056】前記図5のフローチャートのステップ213の下流側O₂センサ反転待ち処理は、次のようにして行う。この処理は下流側O₂センサRSの出力電圧RV_{O2}の反転を前程として実行されるものである。まず、リッチディレイタイマtRDがカウントダウン中であるかタイムアップ後であるかが判別される。リッチディレイタイマtRDは減算カウンタから構成され、下流側O₂センサRSの出力電圧RV_{O2}が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転した瞬間にカウントダウンを開始し、所定の時間が経過するとタイムアップしてカウント値がゼロとなるものである。該リッチディレイタイマtRDがカウントダウン中であるときには、前述補正係数K_{O2}の直前値にスペシャルI項I RSPを加算する積分制御が行われ、これにより空燃比をリッチ側に段階的に増加させる。

【0057】一方、今回初めてリッチディレイタイマtRDのカウント値がゼロになったときには、TLの計測を開始するとともに、補正係数K_{O2}からスペシャルP項PLSPを減算する比例制御を行って空燃比をリーン側にステップ状に減少させる。また、リッチディレイタイマtRDのカウント値が継続的にゼロである場合にTLの計測中である場合、補正係数K_{O2}からスペシャルI項I LSPを減算する積分制御を行って空燃比をリーン側に段階的に減少させる。

【0058】該リーンディレイタイマtLDがカウントダウン中である場合には、補正係数K_{O2}の直前値からスペシャルI項I LSPを減算する積分制御が行われ、これにより空燃比をリーン側に段階的に減少させる。

【0059】さらに、今回初めて該リーンディレイタイマtLDのカウント値がゼロになったときには、TRの計測を開始するとともに、補正係数K_{O2}にスペシャルP項PRSPを加算する比例制御を行って空燃比をリッチ側にステップ状に増加させる。また、リーンディレイタイマtLDのカウント値が継続的にゼロであるときのTRの計測中には、補正係数K_{O2}にスペシャルI項I RSPを加算する積分制御を行って空燃比をリッチ側に段階的に増加させる。

【0060】前記図5のフローチャートのステップ210の下流側O₂センサ反転時処理は次のように行う。この処理は下流側O₂センサRSの反転後に実行されるものである。まず、前回TLの計測中であるときには、TLの計測を中止し、TL合計値TL SUMに今回計測したTLを加算するとともに、TL計測数nTLをインクリメントする。

【0061】一方、前回TRの計測中であるときに前回TRの計測中であるときには、TRの計測を中止し、T

R合計値TRSUMに今回計測したTRを加算するとともに、TR計測数nTRをインクリメントする。

【0062】そして、nTRが1であって、且つnTLが0である場合には、TRSUMをゼロにセットする。これは、TL→TRの順で計測を行うために、若しもTRが最初に計測された場合にそのTRをキャンセルするためである。

【0063】続いて、出力電圧RV_{O2}が基準電圧VREFを下回っているとき、リーンディレイタイムILDのカウントダウンを開始するとともに、補正係数K_{O2}の直前値からスペシャルI項ILSPを減算する積分制御が行われ、これにより空燃比をリーン側に段階的に減少させる。

【0064】一方、出力電圧RV_{O2}が基準電圧VREF以上であるとき、リッチディレイタイムIRDのカウントダウンを開始するとともに、補正係数K_{O2}の直前値からスペシャルI項IRSPを加算する積分制御が行われ、これにより空燃比をリッチ側に段階的に増加させる。

【0065】図7は図5のステップ214のサブルーチンを示すもので、まずステップ401でスペシャルP項が発生してから次の反転が無いまま限界時間tSTRGが経過したか否かが判別される。ここで前記限界時間tSTRGと比較される時間Tとして、TLとTRの平均値 $(TL + TR) / 2$ が用いられる。そして、この平均値 $(TL + TR) / 2$ が限界時間tSTRGよりも長い場合には、触媒CのO₂ストレージ能力が大であるとされ、前述の劣化判定処理装置Bを実行することなくステップ402で触媒Cが良品であると判定される。

【0066】上記劣化判定処理Aで触媒Cが良品であると判定できる理由は以下の通りである。すなわち、触媒Cの劣化の程度が小さくてO₂ストレージ能力が高い程、下流側O₂センサRSの出力信号のみを使用してフィードバック制御を行ったときに下流側O₂センサRSの反転周期が延びる。したがって、下流側O₂センサRSが反転するまでの時間TL、TRの平均値が限界時間tSTRGよりも大きければ、触媒Cが良品であると判定することができる。また、触媒Cが良品であって前記反転周期が長くなると、ドライバビリティの悪化や排気ガス中の有害物質の増加が起きることが知られている。したがって、触媒Cが良品である場合にはモニタモードを即座に中止し通常のフィードバック制御を切り換えることにより、前記不都合を回避することができる。

【0067】図8は本発明の特徴部分を成す、前記図5のフローチャートのステップ205の劣化判定処理Bを示すもので、このフローはTR計測数nTRが所定回数を越えたときに実行されるものである。まず、ステップ501では、触媒温度センサ13により検出された触媒温度に対応する判定値TCHKGを図9に示す判定値テーブルによって検索する。ここで、図9の判定値テーブルは、例えば前記図21に示したような触媒の温度特性に応じ

て作成され、触媒温度TCAT0（例えば350℃）～TCAT1（例えば600℃）の範囲で右上がりの傾斜を持つものである。次に、ステップ502でTL合計値をTL計測数で割った値 $(TLSUM / nTL)$ とTR合計値をTR計測数で割った値 $(TRSUM / nTR)$ との平均値を演算して時間TCHKを求める。

【0068】続いて、ステップ503で前記時間TCHKが、前記ステップ501で検索された判定値TCHKGよりも大きいかな否かを判別し、その答が（Yes）であるときには、触媒CのO₂ストレージ能力が基準を上回っているとし、ステップ504で排気ガス浄化システムが正常であると判定する。一方、前記ステップ503の答が（No）であるときには、触媒CのO₂ストレージ能力が基準を下回っているとし、ステップ505で排気ガス浄化システムが異常であると判定する。

【0069】このように前記判定テーブルを用いることで、触媒の温度特性に対応して劣化判定値を補正でき、どの触媒温度で劣化モニタしても誤判定を防止できる。さらに、図10中のA～B間のように触媒劣化に伴うO₂ストレージ能力の劣化が判別しやすい触媒温度領域を限定し、その領域を劣化モニタ領域として前記劣化判定値を補正すれば、より一層、高精度な劣化判定を行うことができる。

【0070】また、本実施例では、触媒温度センサ13の検温部を触媒CのベットC₁、C₂間に装着したので、次のような利点を有している。

【0071】図11(a)に示すように、従来より使用されている触媒温度センサは、排気温度警告灯用センサとして触媒の異常昇温時を検出する目的で用いられている。排気温度警告灯用センサ13-1は、フロントベットC₁とリアベットC₂とが所定の間隔を隔てて直列的に配置された2ベット型触媒の場合、リアベット直後のエンドコーン部C₃に設けられるのが一般である。

【0072】このように触媒温度センサがリアベット直後のエンドコーン部C₃に設けられている場合、図11(b)に示すように、触媒床の温度が上昇するにつれ、実際の触媒床の温度とセンサ13-1の検出温度との誤差が大きくなっていく傾向がある。さらに、図12に示す前記エンコード部C₃における径方向での排気ガス温度分布から明らかなように、エンジン負荷が変わると温度勾配が変化する。即ち、図12の符号A～Dはエンドコーン部C₃における測温点であり、この各測温点A～Dにおいて測定される温度とフロントベットC₁の床温との温度差が、例えば35 km/h、80 km/h、110 km/h、140 km/hに負荷を変えた場合、図に示すような温度勾配で変化する。

【0073】このように、触媒温度センサがリアベット直後のエンドコーン部C₃に設けられている場合では、エンドコーン部C₃の形状による排気ガス流れの影響や、排気脈動によるガス流の影響により検出される排気

温度の精度が低くなるという問題がある。検出される排気温度が正確でないと、上述した劣化判定値に誤差が生じることになり、高精度な触媒の劣化判定ができなくなるので、触媒温度センサは高精度な触媒の劣化判定を行う上で重要な要素となる。

【0074】この点を考慮して本実施例では、上述したように触媒温度センサ13を触媒のベットC1、C2間に装着している。これにより、安定したガス流の中に触媒温度センサを置くことができるため、負荷等が変化しても触媒の床温度を安定して精度良く検出できる。しかも、触媒温度センサ13の検温部であるサーミスタ13aを触媒Cの軸方向のほぼ中央部に位置させているので、排気脈動によるガス流の影響等が少なく、安定して精度の高い温度検出ができる。この点は図13及び図14からも明らかである。即ち、図13は、触媒CのベットC1、C2間における径方向（測温点A～G）での排気ガス温度分布を示すもので、エンジン負荷が変わっても温度勾配が変化が少なく、その上、中央付近の測温点（例えばD、E）に近づくほど、そこで測定される温度とフロントベットC1の床温との温度差が小さい。また、図14はフロントベットC1の床温度に対する図13の各測温点A～Eにおけるガス温度差（フロントベットC1の床温との温度差）を示す図であり、中央付近の測温点（例えばD、E）に近づくほど、フロントベット

C1の床温の変化に対するガス温度差のバラツキが小さくなる。

【0075】さらに、本実施例では、前記ベット間C1、C2の間隔を25mmとしたので、熱引き（外気が低い時に測温点での排気ガス温度を低下させる）の影響が排除され、より高精度な温度検出が可能となる。この点が図15により明らかにされている。即ち、図15は、フロントベットC1の床温度に対するガス温度差を、ベット間が25mmで触媒にカバーを装着しなかった状態aと、ベット間が45mmで触媒にカバー及び断熱材を装着した状態bと、ベット間が45mmで触媒にカバーを装着しなかった状態cとで比較した図である。前記状態aがガス温度差のバラツキが最も少なく安定していることが分かる。

【0076】次に、本発明の第2実施例を説明する。

【0077】この実施例では、前記第1の実施例のように触媒温度センサ13を用いて触媒温度を検出する代わりに、該触媒温度をエンジンの運転状態に応じて推定して得るものである。

【0078】まず、ステップ601において、次式（2）により平衡触媒温度Tbを算出する。

【0079】

【数1】

$$T_b = K \times (N_e)^a \times (T_{OUT})^b \times \left(\frac{A/F}{14.7} \right)^c \quad \dots (2)$$

ここで、Neはエンジン回転数、TOUTは燃料噴射弁5の燃料噴射時間及びA/Fは空燃比を表し、K、a、b、cはいずれも実験的に決定される定数である。

【0080】さらに、続くステップ602において、ステップ601で算出した平衡触媒温度Tbの平均化を次

式（3）により行って、現在の触媒温度TCATnを算出する。

【0081】

【数2】

$$T_{CATn} = \frac{CREFT}{2^{16}} \times T_b + \frac{2^{16} - CREFT}{2^{16}} \times T_{CATn-1} \quad \dots (3)$$

ここで、CREFTは前回算出した平均値（TCATn-1）の重み係数であって、1～2¹⁶のうち適当な値に設定される。

【0082】このようにして触媒温度を算出することにより、触媒温度センサ13を設けなくとも、前記第1の実施例と同等の効果が得られる。即ち、第1の実施例では、触媒Cの温度を直接、触媒温度センサ13により検出するため、比較的、温度検出精度が高いという利点があるものの、精度や応答性を追及するほど、高価なセンサを付加する必要がある、コスト面で改善が望まれる。さらに、触媒温度センサ13の取り付け位置としては車体の床下部分となることが多く、被水や飛石等を考慮する必要がある、センサの耐久信頼性の観点で問題がある。こうした点から、触媒温度センサを用いない本実施例では、触媒の温度特性に適合した安価な触媒劣化判定装置の実現が可能となる。

【0083】図17は本発明の第3実施例の面積差法の概要を示す図であり、この図に従って本実施例の概要を以下に説明する。

【0084】まず2つのO₂センサFS、RSが正常且つ活性化状態であり、エンジンEが始動運転モード後の通常運転モードにあるときにおいて、フューエルカット（F/C）運転時の触媒Cの上流側及び下流側のO₂センサFS、RSの出力値FV_{O2}、RV_{O2}の平均値VCHKFL、VCHKRLを夫々計算し、また、高負荷（WOT）運転時のO₂センサFS、RSの出力値FV_{O2}、RV_{O2}の平均値VCHKFH、VCHKRHを夫々計算する（図17b、c）。

【0085】また車両のクルーズ走行が所定時間継続し、エンジンが所定運転状態にあるときに空燃比補正係数K_{O2}のパターベーションを実行し、例えば係数K_{O2}の値を、係数K_{O2}の平均値を中心に±4～10%変動させ、0.

5秒間隔で反転させるようにする(図17a)。このパターションによってエンジンEから定常的に酸素濃度に変動した排気ガスが排出され、それがO₂センサF S, R Sで検出される(図17b, c)。

【0086】こうして得られたO₂センサF S, R Sの出力値F V_{O2}, R V_{O2}及び前記平均値VCHKFL, VCHKRL, VCHKFH, VCHKRHに基づき、係数K_{O2}がパターションの実行中に略立上った時点から所定時間t MES(図17d)、F V_{O2}, VCHKFL, VCHKFHで囲まれた部分の面積S Q RF及びR V_{O2}, VCHKRL, VCHKRHで囲まれた部分の面積S Q RRを夫々計算する(図17e, f)。該面積計算はパターション実行中は繰返される。

【0087】上流側O₂センサF Sの出力値F V_{O2}が上下限值VCHKFH, VCHKFLの間にあるならば、下記式(4)に基づき上流側面積S Q RFを算出する。

【0088】

$$SQR_F \leftarrow SQR_F + V_{O2F} - VCHKFL \quad \dots(4)$$

一方、上流側O₂センサF Sの出力値F V_{O2}が上限値VCHKFH以上であるならば、下記式(5)に基づき上流側面積S Q RFを算出する。

【0089】

$$SQR_F \leftarrow SQR_F + VCHKFH - VCHKFL \quad \dots(5)$$

なお、(4)、(5)式の右辺のS Q RFは、初期値0を与えられ、前回までに(4)、(5)式に基づいて夫々算出された上流側面積である。一方、上流側O₂センサF Sの出力値F V_{O2}が上限値VCHKFH以上であるならば、下記式(5)に基づき上流側面積S Q RFを算出する。

【0090】

$$SQR_F \leftarrow SQR_F + VCHKFH - VCHKFL \quad \dots(5)$$

なお、(4)、(5)式の右辺のS Q RFは、初期値0を与えられ、前回までに(4)、(5)式に基づいて夫々算出された上流側面積である。

【0091】一方、下流側O₂センサR Sの出力値R V_{O2}が上下限值VCHKRH, VCHKRLの間にあるならば、下記式(6)に基づき上流側面積S Q RRを算出する。

【0092】

$$SQR_R \leftarrow SQR_R + V_{O2R} - VCHKRL \quad \dots(6)$$

また、下流側O₂センサR Sの出力値R V_{O2}が上限値VCHKRH以上であるならば、下記式(7)に基づき上流側面積S Q RRを算出する。

【0093】

$$SQR_R \leftarrow SQR_R + VCHKRH - VCHKRL \quad \dots(7)$$

なお、(6)、(7)式の右辺のS Q RRは、初期値0を与えられ、前回までに(6)、(7)式に基づいて夫々算出された下流側面積である。

【0094】かくして得られた面積S Q RF, S Q RRの偏差が所定基準値より小さい時には触媒Cの排気ガスの浄化性能が劣化していると判定する。

【0095】以上のように、フューエルカット運転時の

触媒Cの上流側及び下流側のO₂センサF S, R Sの出力値の平均値VCHKFL, VCHKRLを計算し、且つ高負荷運転時のO₂センサF S, R Sの出力値の平均値VCHKFH, VCHKRHを計算し、これら平均値を基に前記面積S Q RF, S Q RRが算出されることにより、前記面積の偏差はO₂センサF S, R Sの性能の個体差による影響を排除、即ち補正されることになり、従って触媒Cの性能劣化の判定はO₂センサの個体差の影響を排除して正確に行なうことが可能となる。

【0096】次に、図18を参照して本実施例の触媒劣化判定ルーチンを説明する。

【0097】まずステップ701で、基準値VCHKFH, VCHKFL, VCHKRH, VCHKRLを用いて下記式(8)、(9)に基づいて上流側O₂センサF Sの出力値の変動幅DELTA F及び下流側O₂センサR Sの出力値の変動幅DELTA Rを算出する。

【0098】

$$\Delta F \leftarrow VCHKFH - VCHKFL \quad \dots(8)$$

$$\Delta R \leftarrow VCHKRH - VCHKRL \quad \dots(9)$$

これら算出された変動幅を用いて前記式(7)で求められた面積S Q RRを下記式(10)に基づいて補正して変更値S Q RRAREを算出する(ステップ602)

【0099】

【数3】

$$SQR_{RARE} \leftarrow SQR_R \times \frac{\Delta F}{\Delta R} \quad \dots(10)$$

以上のように算出されたS Q RRAREは、S Q RRに含まれる上流側及び下流側O₂センサF S, R Sの出力値の個体差分を除かれた値といえることができる。なお、上記式(10)では変動幅の比で下流側面積S Q RRを補正したが、上流側面積S Q RFを前記変動幅の比の逆数で補正するようにしてもよい。

【0100】次のステップ703では、ステップ702で算出された下流側面積の変更値S Q RRAREと前記式(5)で算出された上流側面積S Q RFとを用いて下記式(11)に基づき偏差S Q RDIFを算出する。

【0101】

$$SQRDIF \leftarrow SQR_F - SQR_{RARE} \quad \dots(11)$$

ステップ704では、触媒温度センサ13により検出された触媒温度に対応する劣化判定値S Q RLMTを図19に示す判定値テーブルによって検索する。この判定値テーブルは、上述したと同様に例えば前記図21に示したような触媒の温度特性に応じて作成され、触媒温度T CAT0(例えば350℃)～T CAT1(例えば600℃)の範囲で右上がりの傾斜を持つものである。

【0102】上記式(11)で算出された偏差S Q RDIFがステップ704で検索された劣化判定基準値S Q RLMT(例えば2.0V・sec)より小さいか否かをステップ705で判別する。この答が否定(No)ならば、即ちS

QRDIFがSQR LMT以上であるならば触媒Cの性能に劣化はないと判断して本ルーチンのプログラムを終了する。一方ステップ705の答が肯定(Yes)ならばステップ706へ進む。

【0103】ステップ706では触媒温度センサ13で検出した触媒Cの温度TCATが第1の判別値TCATLMT₁より大きいかなかを判別する。この第1の判別値TCATLMT₁は、触媒CのHC浄化率 η_{HC} が50%のときの該触媒の温度(例えば560℃)に設定する。ステップ706の答が肯定(Yes)ならば、即ち触媒温度TCATが第1の判別値TCATLMT₁より大きいにも拘らずステップ705の答が肯定になるならば、触媒Cの浄化性能に異常が発生していると判断して1で該異常を表示するフラグF-CATNGに1を設定して(ステップ707)、該設定に基づき例えばLEDを点灯して警報を発し、本ルーチンのプログラムを終了する。

【0104】一方、ステップ706の答が否定(No)ならば触媒温度TCATが第2の判別値TCATLMT₂より小さいかなかを判別する(ステップ708)。この第2の判別値TCATLMT₂は、図20に示すテーブルに基づきエンジン回転数Ne及び吸気管内絶対圧PBAに応じて設定される値であり、エンジン回転数Neが大きい程、また絶対圧PBAが大きい程大きな値に設定される。このステップ708の答が肯定(Yes)ならば、即ち触媒温度TCATがその時のエンジン負荷条件においてあるべき触媒温度TCATLMT₂より低いならば触媒Cの浄化性能は劣化していると判断してステップ707へ進み、一方ステップ708の答が否定(No)ならば、即ち触媒温度TCATがHC浄化率 η_{HC} 50%を確保できない程低く(ステップ706の答が否定)、且つその時のエンジン負荷条件においてあるべき触媒温度に達しているならば、たとえばステップ705の答が肯定でも触媒Cの性能に異常はないと判断してフラグF-CATNGを1に設定することなく本ルーチンのプログラムを終了する。

【0105】本実施例では、劣化判別値SQR LMTを図19の判別値テーブルから検索するようにしたので、次のような利点がある。

【0106】上述したように触媒温度TCATによって触媒CのO₂ストレージ能力が変化する。該O₂ストレージ能力が低下すると、下流側のO₂センサRSの反転周期が短くなり、下流側面積SQR Rが大きくなる。そのため、下流側面積SQR Rと上流側SQR Fとの差が小さくなり、高精度な劣化判定を行うためには触媒温度TCATが低下するに従い、劣化判別値SQR LMTを小さくする必要がある。本実施例では、図19に示す判別値テーブルによりこれを実現しているため、高精度な劣化判定を行える。

【0107】本発明は、図示の実施例に限定されず、種々の変形が可能である。その変形例としては、例えば次のようなものがある。

【0108】(1) 上記実施例では、上流側O₂センサFSの出力を使用せずに下流側O₂センサRFの出力のみを使用して劣化判定を行ったが、両O₂センサFS、RSの出力に基づき劣化判定を行う方式にも本発明は適用可能である。

【0109】(2) 上記実施例では、O₂ストレージ能力の判定値をテーブルによって決定するようにしたが、触媒温度により該判定値を算出することもできる。また、検出されたO₂ストレージ能力を触媒温度により補正することも可能であり、この場合も上記実施例と同様の効果を得ることができる。

【0110】(3) 上記実施例における触媒Cは、ほぼ同一寸法のベットC1、C2で構成されるものを使用した。図21に示すように例えばベットC1の寸法がベットC2よりも大きいような触媒を使用してもよい。さらに、図22に示すようにほぼ同一寸法のベットC1、C2、C3で構成される触媒を使用してもよい。

【0111】(4) 本発明は、触媒のO₂ストレージ能力により触媒の劣化を検出する手法、全てに適用可能である。

【0112】

【発明の効果】以上に説明したように、第1および第2の発明によれば、触媒の温度に対応する判定値を用いるようにしたので、触媒の温度特性に対応した判定値の補正ができ、どの触媒温度で劣化モニタしても誤判定を防止できる。さらに、触媒劣化に伴うO₂ストレージ能力の劣化が判別しやすい触媒温度領域を限定し、その領域を劣化モニタ領域とすれば、より一層、高精度な判定を行うことができる。

【0113】第3の発明によれば、触媒温度検出手段が触媒手段の中心部の温度を検出するので、安定したガス流の中に触媒温度センサを置くことができるため、エンジン負荷等が変化しても触媒の床温度を安定して精度良く検出できる。

【0114】第4及び第5の発明によれば、第1～3の発明のように触媒温度検出手段を用いて触媒温度を検出する代わりに、エンジンの運転状態に応じて触媒温度を推定するようにしたので、触媒温度センサを使用せずに、触媒の温度特性に対応した判定値の補正が可能となり、触媒の温度特性に適合した安価な触媒検出装置が実現できる。

【0115】第6の発明によれば、少なくともエンジンの回転数、エンジンの負荷、及びエンジンに供給される空燃比により触媒の温度を推定するので、高精度の温度推定が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る燃料供給装置の全体の構成図である。

【図2】図1中の触媒Cの断面図である。

【図3】補正係数K_{o2}を設定するプログラムのフローチ

ャートである。

【図4】補正係数 K_{O_2} を設定するプログラムのフローチャートである。

【図5】触媒劣化モニタの概略構成を説明するためのフローチャートである。

【図6】図5中のモニタ前条件の処理を示すフローチャートである。

【図7】図5中の劣化判定処理Aを示すフローチャートである。

【図8】図5中の劣化判定処理Bを示すフローチャートである。

【図9】図5中の劣化判定処理Bで使用する判定値テーブルを示す図である。

【図10】第1の実施例の効果を説明するための説明図である。

【図11】第1の実施例の効果を説明するための他の説明図である。

【図12】第1の実施例の効果を説明するための他の説明図である。

【図13】第1の実施例の効果を説明するための他の説明図である。

【図14】第1の実施例の効果を説明するための他の説明図である。

【図15】第1の実施例の効果を説明するための他の説明図である。

【図16】本発明の第2の実施例に係るCAT温度算出処理を示すフローチャートである。

【図17】本発明の第3の実施例に係る面積差法の概要を示す図である。

【図18】本発明の第3の実施例の触媒劣化判定ルーチンを説明する図である。

【図19】図17に使用する判定値テーブルを示す図である。

【図20】図17における判定値 $T_{CATLMT2}$ のテーブルを示す図である。

【図21】触媒Cの変形例を示す図である。

【図22】触媒Cの他の変形例を示す図である。

【図23】CAT温度に対するOSCを示す図である。

【符号の説明】

13 触媒温度センサ（触媒温度検出手段）

C 触媒

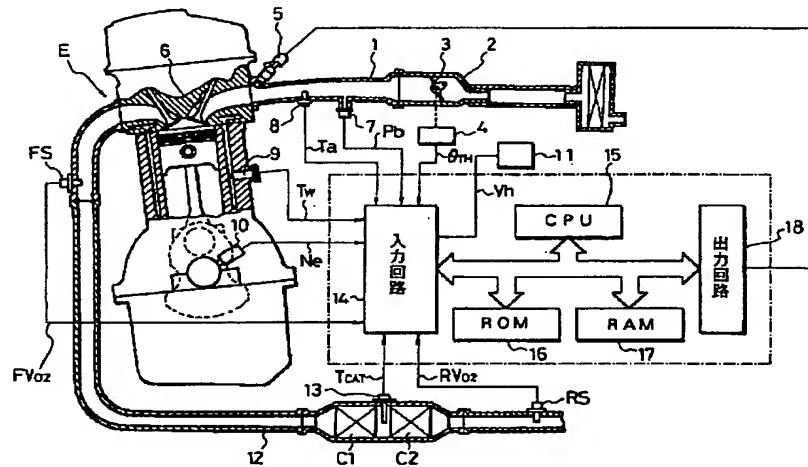
E エンジン

FS 上流側 O_2 センサ（上流側酸素濃度検出手段）

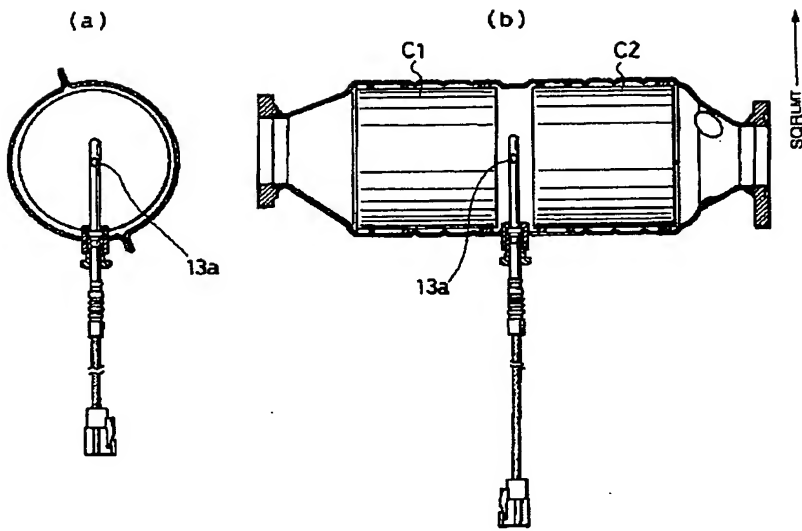
RS 下流側 O_2 センサ（下流側酸素濃度検出手段）

15 CPU（判別値決定手段、運転状態検出手段、触媒温度推定手段）

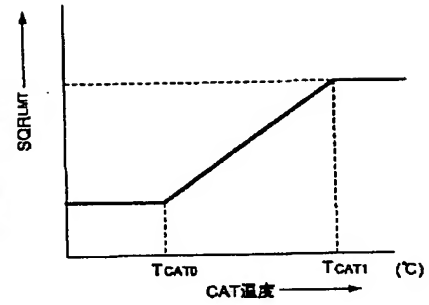
【図1】



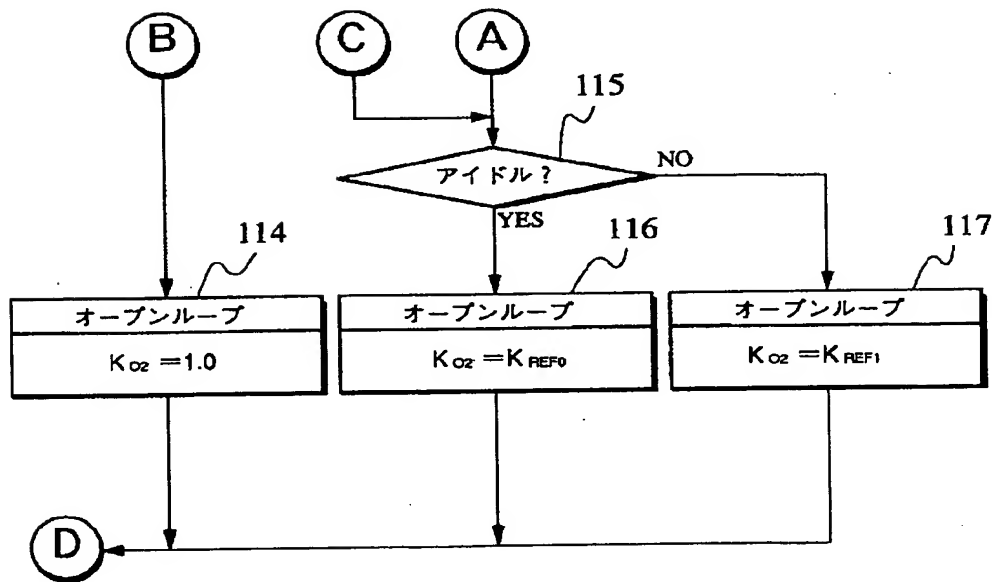
【図2】



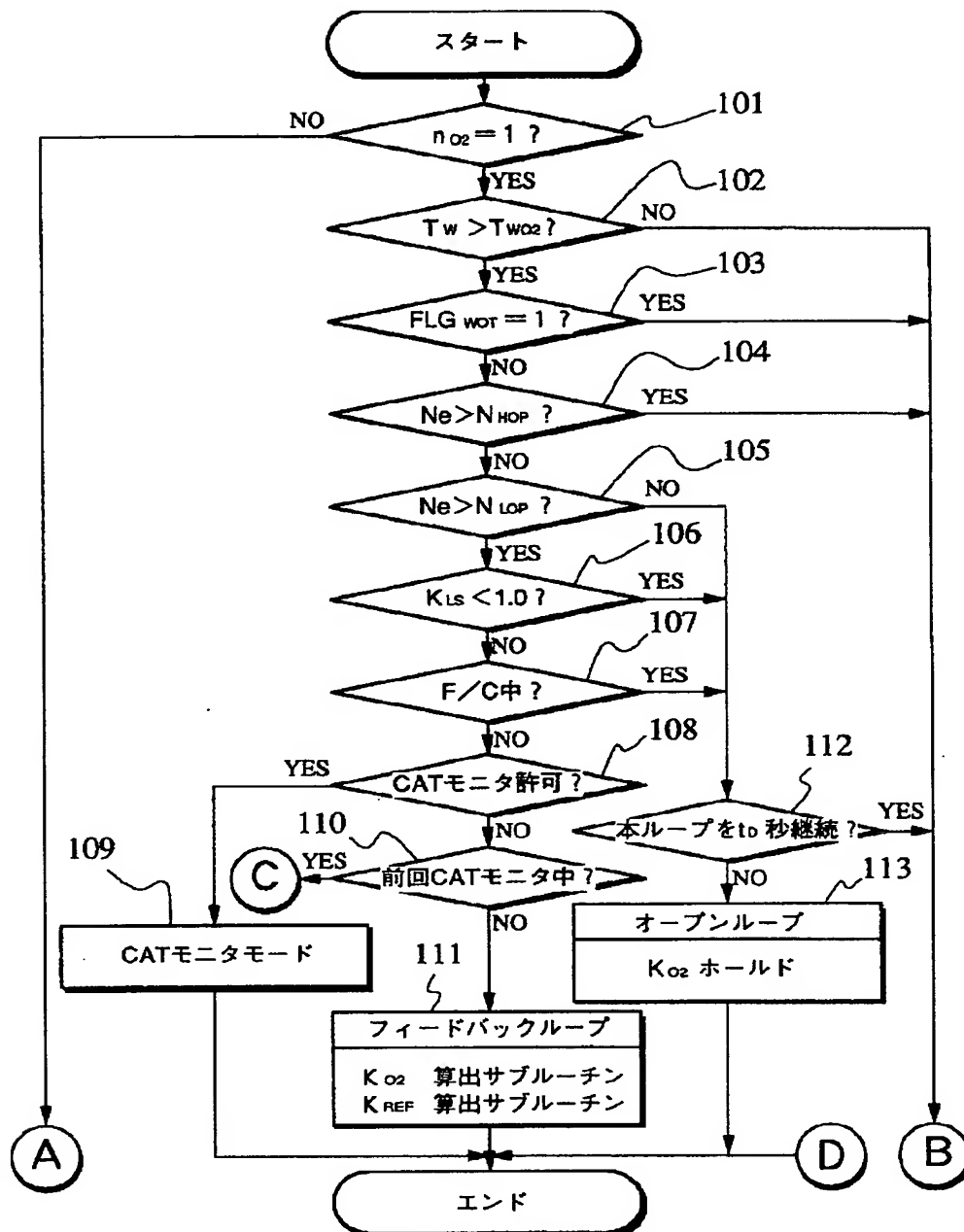
【図19】



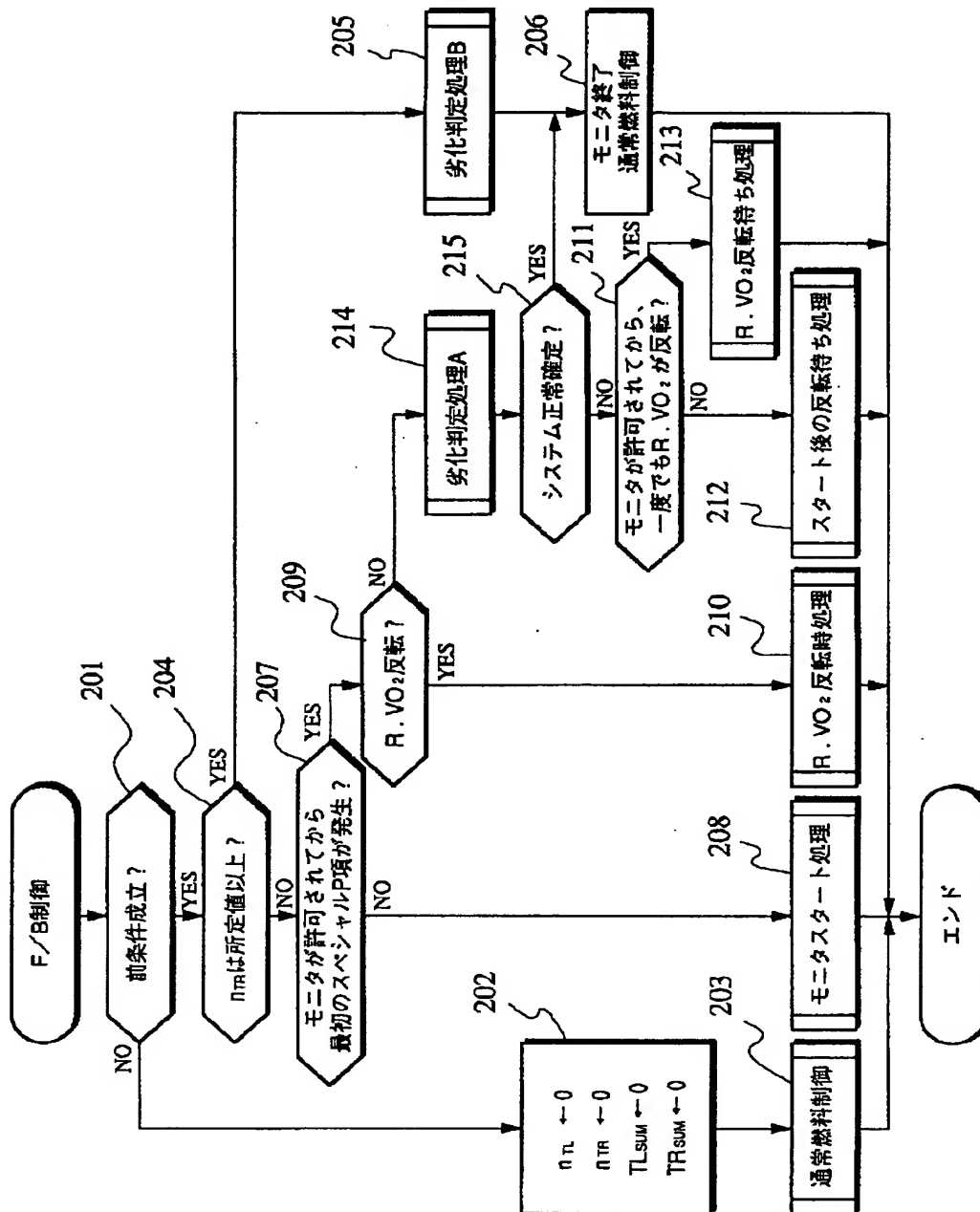
【図4】



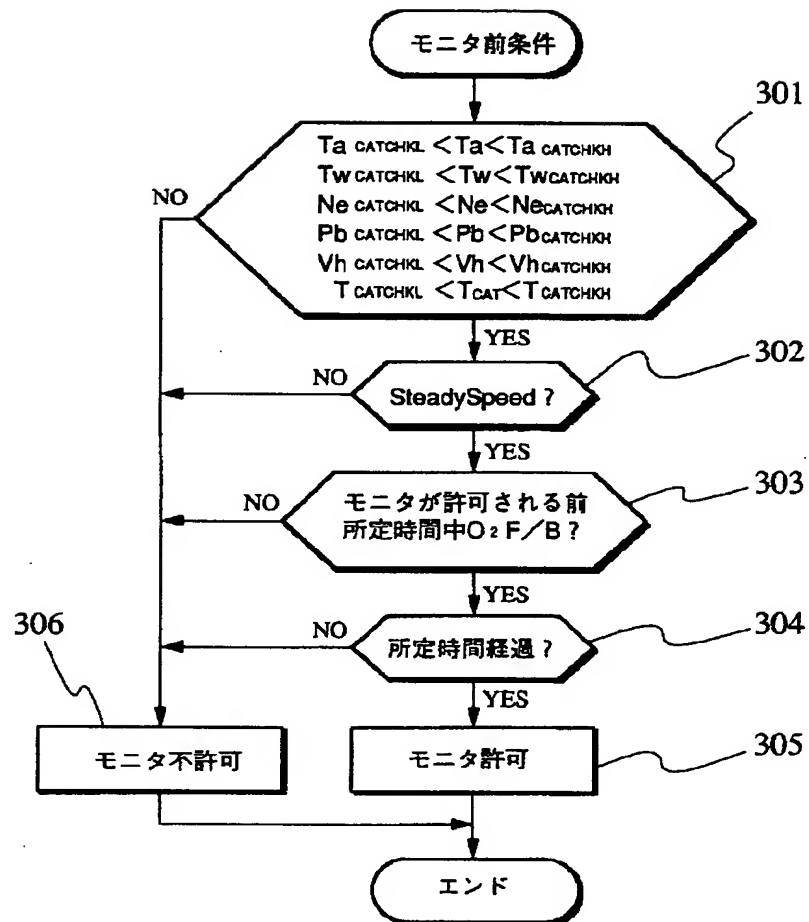
【図3】



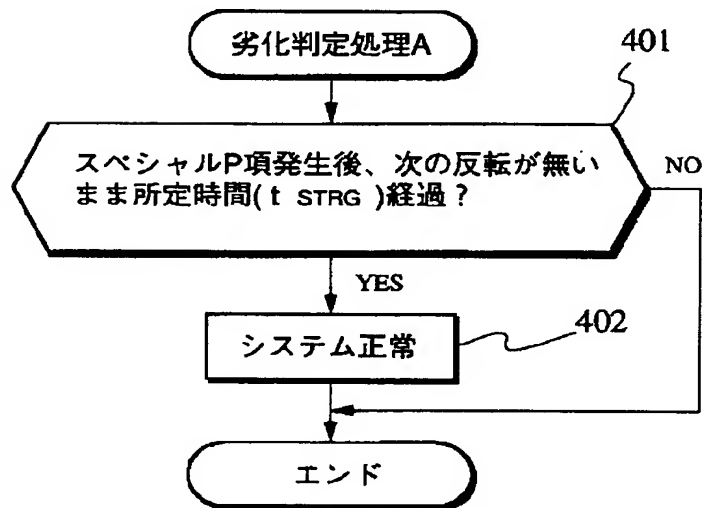
【図5】



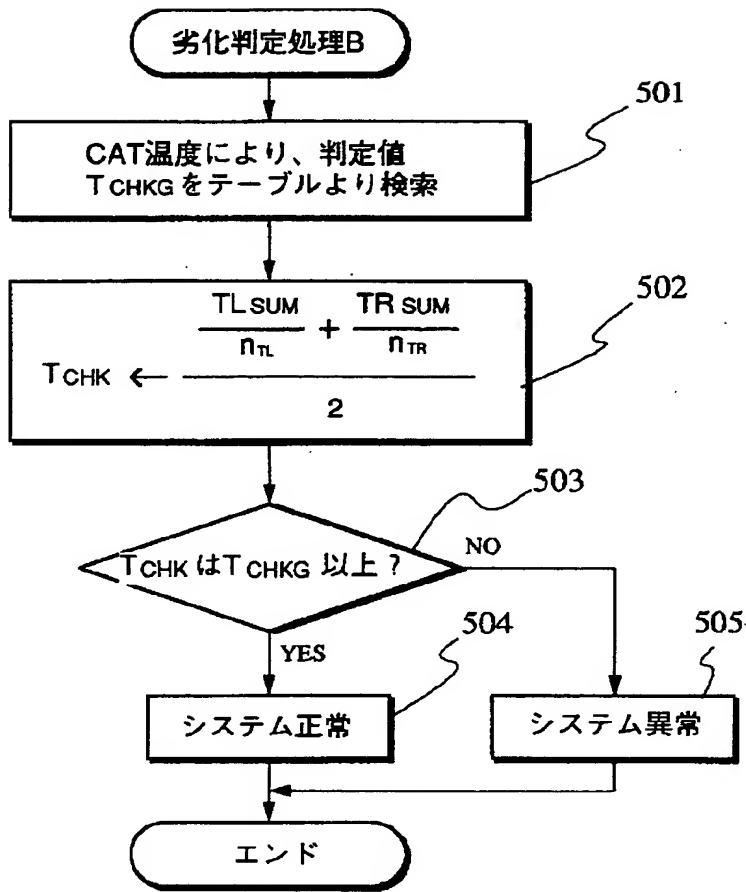
【図 6】



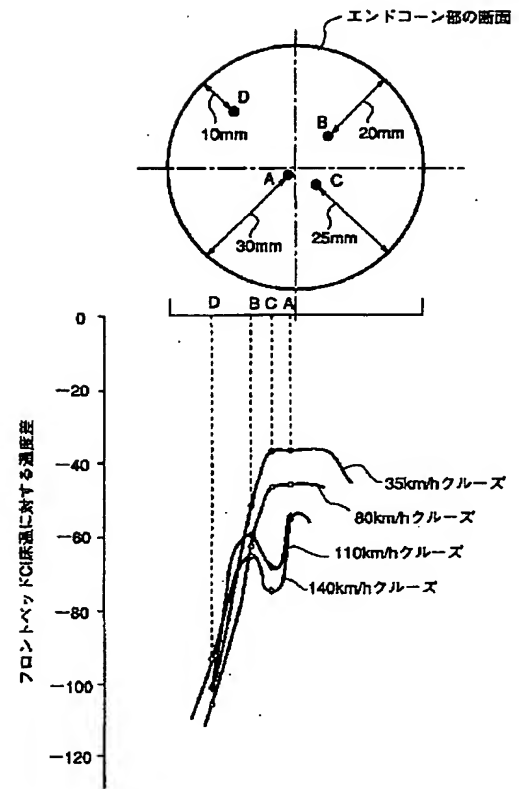
【図 7】



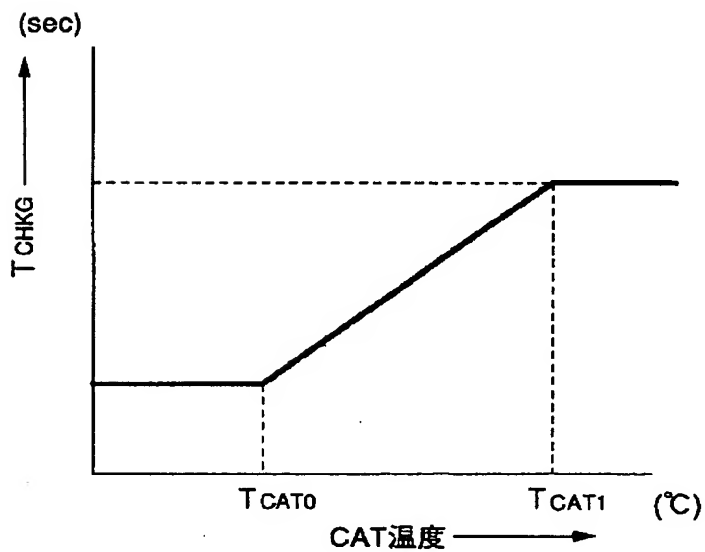
【図8】



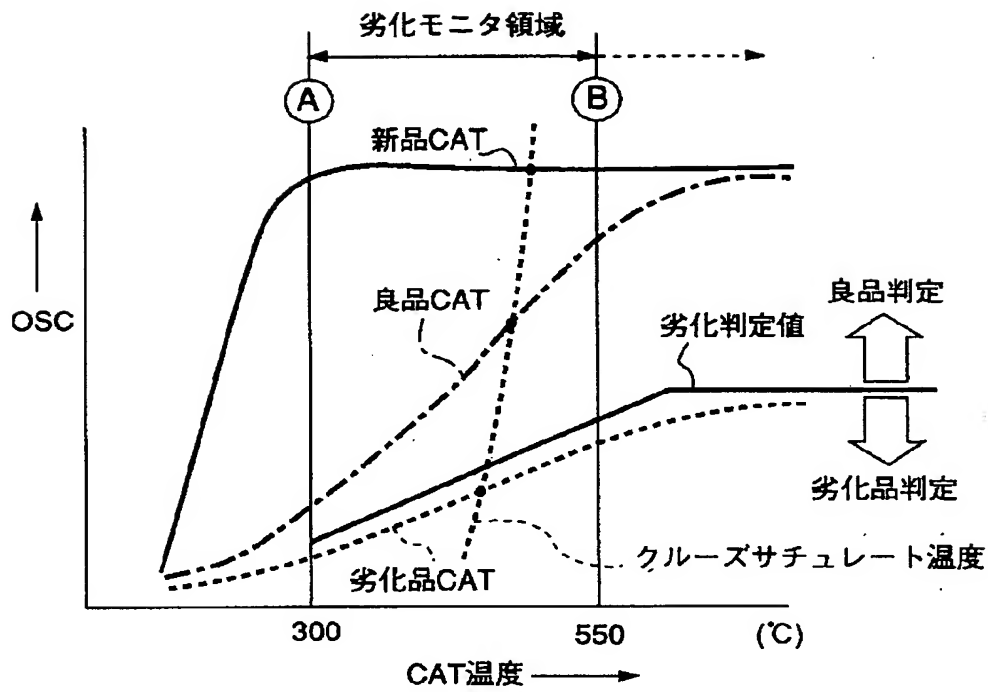
【図12】



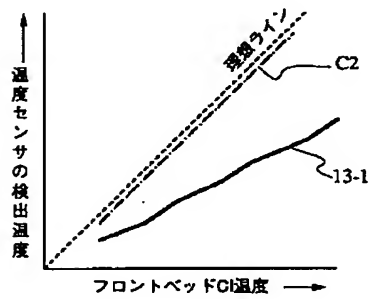
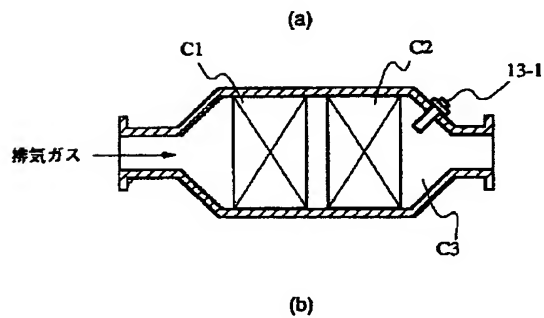
【図9】



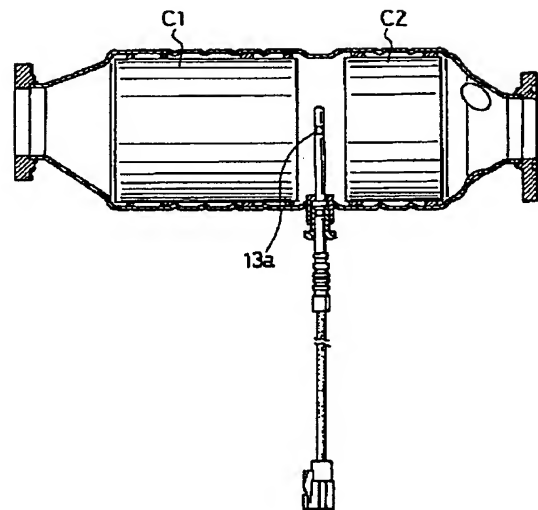
【図10】



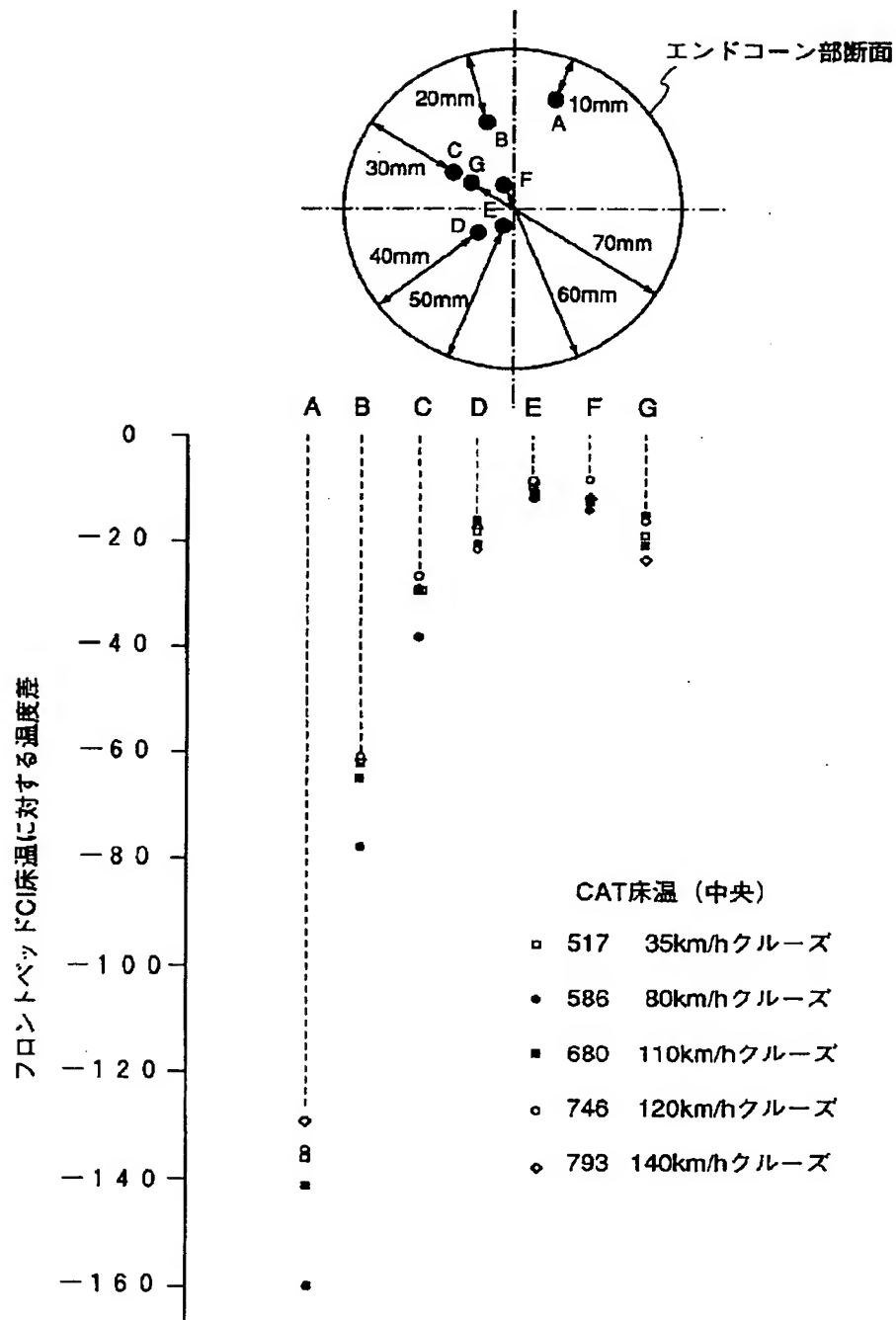
【図11】



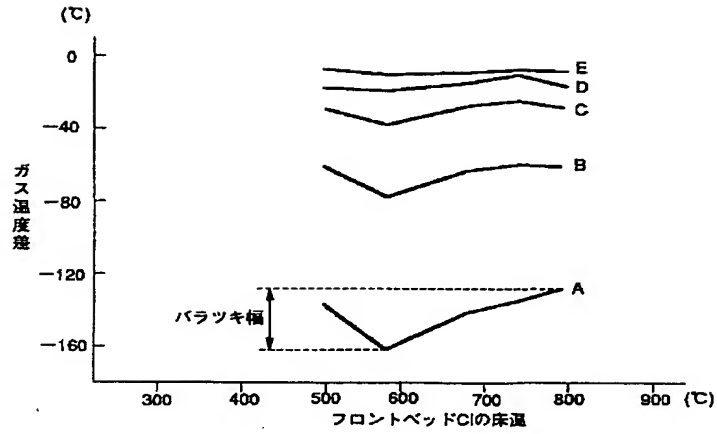
【図21】



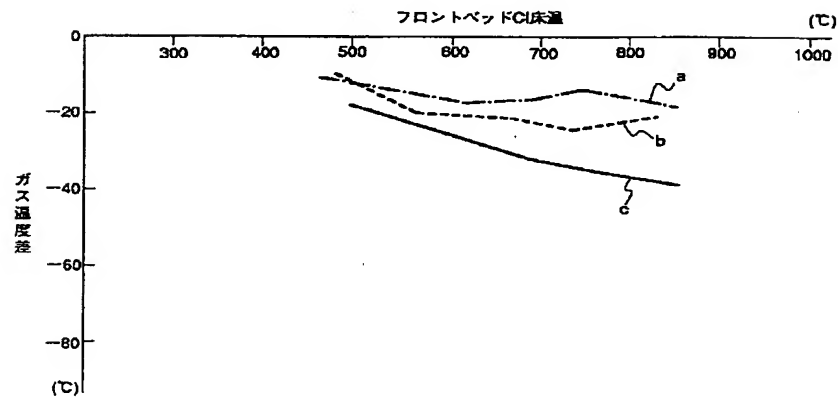
【図 13】



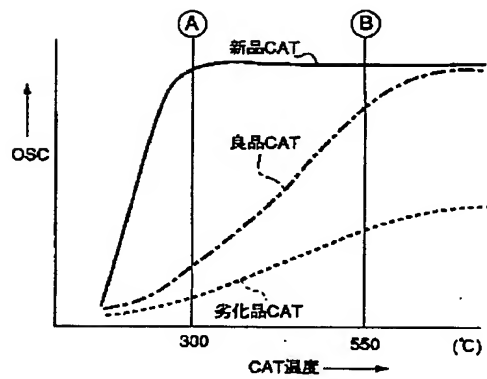
【図14】



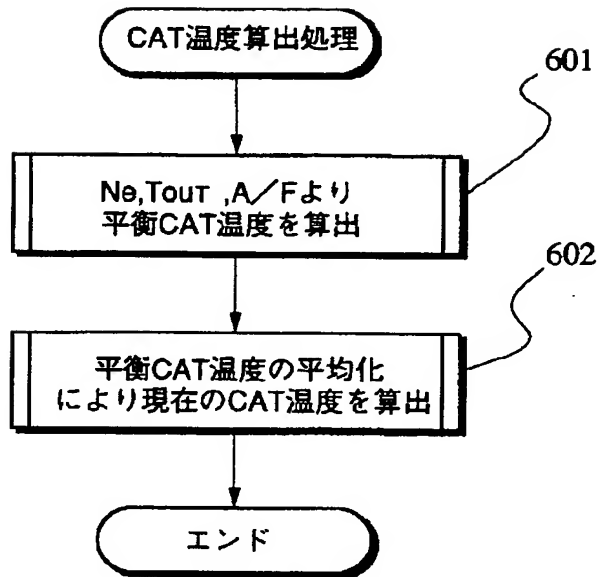
【図15】



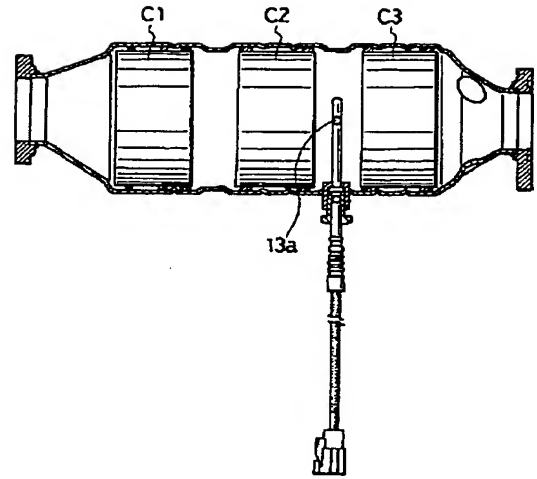
【図23】



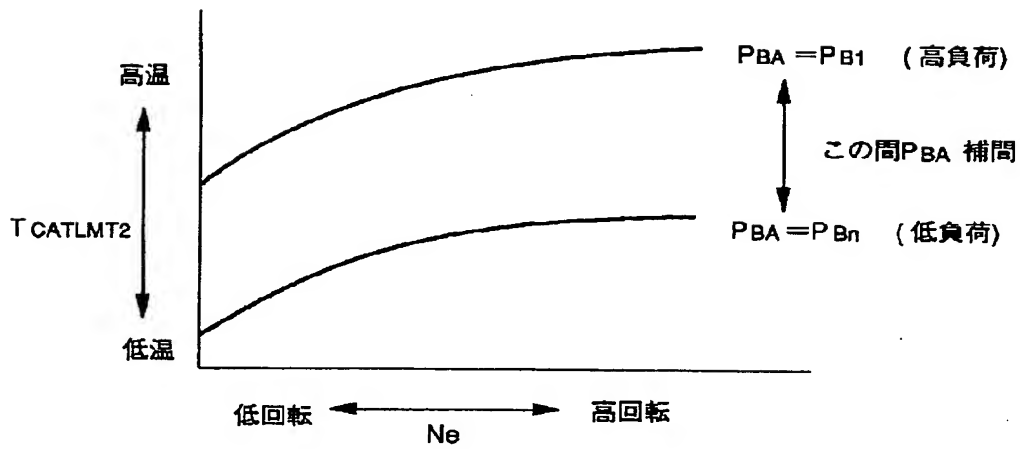
【図16】



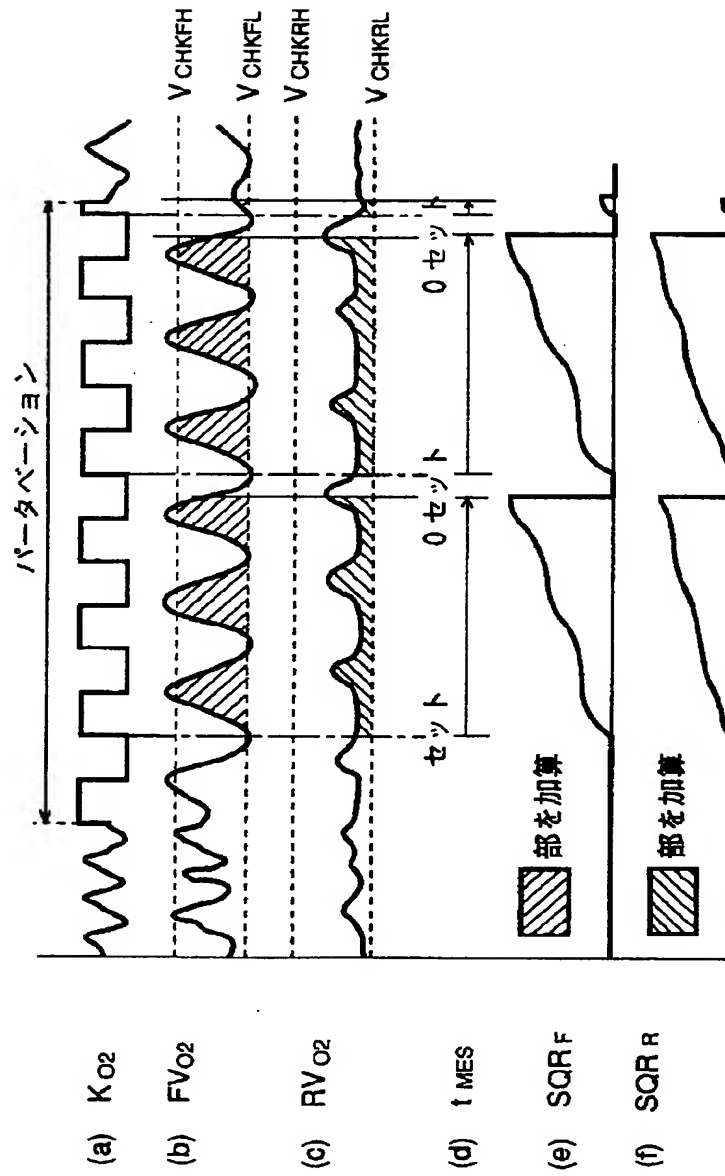
【図22】



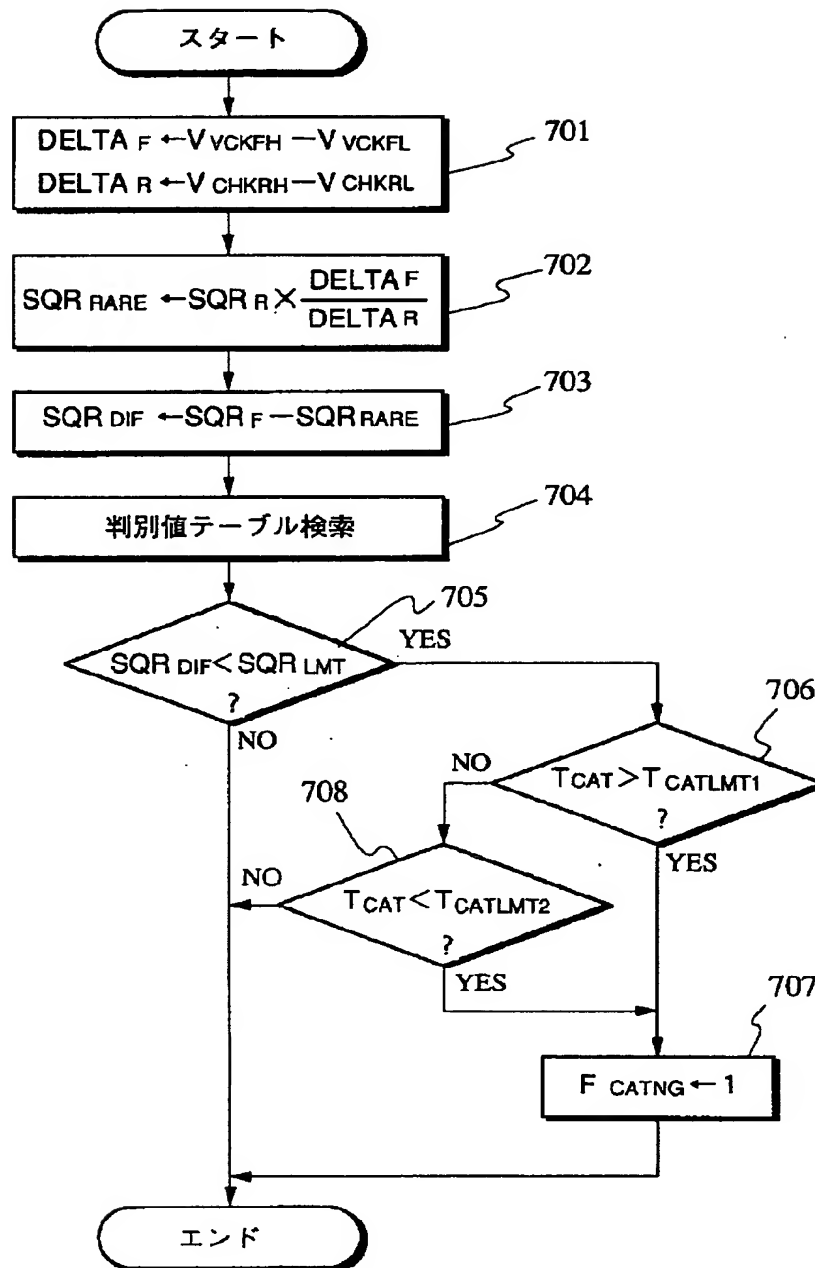
【図20】



【図17】



【図 18】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5

F 0 2 D 45/00

G 0 1 M 15/00

識別記号

3 6 0

庁内整理番号

C 7536-3G

Z 7324-2G

F I

技術表示箇所

(72) 発明者 佐藤 敏彦
埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会
社本田技術研究所内

(72) 発明者 小林 誠
埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会
社本田技術研究所内